

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ

**М. И. Лугачев<sup>1</sup>**

МГУ имени М. В. Ломоносова (Москва, Россия)

**К. Г. Скрипкин<sup>2</sup>**

МГУ имени М. В. Ломоносова (Москва, Россия)

## ИНФОРМАЦИОННАЯ РЕВОЛЮЦИЯ: ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

*В работе предлагается взгляд на цифровую экономику с позиций экономической науки. Дается определение цифровой экономики, выявляются ее основные признаки и экономические свойства. Рассматриваются проблемы и риски, связанные с взаимной адаптацией системы комплементарных технологий, организационного и человеческого капитала, экономической политики государства. Отдельно выделяются задачи экономической науки, решение которых могло бы значительно облегчить такую адаптацию.*

**Ключевые слова:** экономическая информатика, искусственный интеллект, технология общего назначения.

Цитировать статью: Лугачев М. И., Скрипкин К. Г. Информационная революция: экономический аспект // Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика. — 2019. — № 6. — С. 20–38.

**M. I. Lugachev**

Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russia)

**K. G. Skripkin**

Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russia)

## INFORMATION REVOLUTION IN THE ECONOMIC CONTEXT

*The paper proposes vision of digital economy from the economic informatics perspective. It defines the digital economy itself, discusses its key features and patterns. It also considers key problems and risks arising from mutual adaptation between the system of complementary*

---

<sup>1</sup> Лугачев Михаил Иванович, д.э.н., профессор, заведующий кафедрой экономической информатики экономического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова; e-mail: mil@econ.msu.ru

<sup>2</sup> Скрипкин Кирилл Георгиевич, к.э.н., доцент кафедры экономической информатики экономического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова; e-mail: k.skripkin@gmail.com

*technologies, organization and human capital and public economic policy. The problems to be solved by economics are discussed in details.*

**Key words:** economic informatics, artificial intelligence, general purpose technology.

To cite this document: *Lugachev M. I., Skripkin K. G. (2019). Information revolution in the economic context. Moscow University Economic Bulletin, (6), 20–38.*

## **Введение**

Сегодня проблематика цифровой экономики чрезвычайно широко исследуется в мире и, в частности, в России. Это, однако, пока не привело к выработке единого взгляда на само понятие цифровой экономики. Можно выделить два важных момента, вытекающих из такого положения дел. Во-первых, многие авторы рассматривают в качестве цифровой экономики внедрение любых информационных или коммуникационных технологий (далее — ИКТ). Между тем в России и других странах до сих пор продолжается внедрение мобильной связи и передачи данных в давно существующих стандартах<sup>1</sup>, интернета (особенно так называемого широкополосного), ERP- или CRM-систем и других ИКТ предшествующих поколений. Хотя эта работа, несомненно, необходима, она имеет ряд важных качественных отличий, не позволяющих отнести ее к построению цифровой экономики в современном понимании. Эти технологии, экономические условия их внедрения, макро- и микроэкономические последствия их использования привычны и хорошо изучены, для них разработаны типовые бизнес-модели и модели бизнес-процессов, а также основные подходы к оценке экономических результатов (обзор работ по этой теме см., например, в [Brynjolfsson, Saunders, 2010]). Напротив, цифровая экономика сегодня в большинстве случаев понимается как совокупность технологий, выходящих за рамки этих бизнес-моделей и бизнес-процессов и требующих предпринимательских инноваций<sup>2</sup> для создания адекватных им (технологиям) экономических и социальных институтов.

Во-вторых, чрезвычайно широко распространен подход, который можно назвать техницистским: авторы рассматривают возможности новых технологий и делают на этом основании вывод о необходимости немедленного внедрения последних. Однако исторический опыт показывает, что преимущества новых технологий, особенно если они еще не реализованы на практике даже в опытных образцах<sup>3</sup>, далеко не достаточны для их широкого внедрения. Например, работающий паровой двигатель поя-

---

<sup>1</sup> Например, 3G, Edge и др.

<sup>2</sup> Предпринимательские инновации в данной работе понимаются в самом широком смысле, включающем, например, государственное предпринимательство.

<sup>3</sup> Речь идет не просто о демонстрации работающих устройств и/или систем, а именно о демонстрации преимуществ новой технологии по сравнению с существующими.

вился во II в. нашей эры, тогда как его широкое внедрение началось лишь в XVIII в. Многие факторы, ускоряющие или замедляющие распространение новых технологий, относятся к сфере экономической науки. Прежде всего, речь идет об экономических расчетах в узком смысле этого слова: постоянных и переменных затратах, денежной оценке прямых и косвенных выгод, точке безубыточности и других методах анализа затрат и выгод. Следующий по сложности уровень — анализ результативности новых технологий при помощи модели S-образной кривой или ее более современных вариантов [Фостер, 1986]. Еще сложнее анализ комплементарных связей между комплексом технологий, с одной стороны, и организацией, бизнес-моделями и бизнес-процессами, с другой (см., например: [Milgrom, Roberts, 1990; Bresnahan et al., 2003]). Не менее важен анализ взаимовлияния новых технологий, с одной стороны, и налоговой, антимонопольной, промышленной политики и иных мер политики государства — с другой. На еще более высоком уровне можно рассматривать факторы, влияющие на результативность менеджмента в духе, например, [Bloom et al., 2017]. В итоге экономическая наука со своих профессиональных позиций может дать множество важных результатов о перспективах новых технологий и наиболее целесообразных подходах к их внедрению как на макро-, так и на микроуровне.

Таким образом, представляет интерес более четкое определение цифровой экономики, ее признаков и особенностей и вытекающих из них направлений экономических исследований. Это не означает, что данное определение и исследовательская программа претендуют на всеобщность в качестве некоего стандарта. Тем не менее они могли бы стать своего рода платформой, объединяющей усилия широкого круга исследователей, разделяющих эти подходы, на единой понятийной и методологической базе.

Работа построена следующим образом. В первом разделе дается определение цифровой экономики. Второй раздел анализирует признаки цифровой экономики, отличающие цифровые технологии от предшествующих им ИКТ. В третьем разделе рассматриваются направления исследований, представляющие интерес для перехода к цифровой экономике. В заключении формулируются выводы.

## **Определение цифровой экономики**

Подход к определению цифровой экономики зависит от ответа на принципиальный вопрос об отличиях цифровой экономики от предшествующей. Ответов в общем виде два: либо особенности цифровой экономики сводятся к чисто количественным (больше цифровых устройств, больше продуктов и услуг в цифровой форме, выше объемы и скорость передачи данных и их обработки и т.д.), либо цифровая экономика имеет те или иные качественные отличия. С нашей точки зрения, ответ на него со-

вершенно однозначен, поскольку такие качественные отличия уже обнаружены. В данной работе ограничимся одним принципиально важным результатом: Ш.Зубофф в [Zuboff, 2015] демонстрирует возникающую на наших глазах новую логику накопления капитала, в которой привычные возмездные отношения замещаются «обменом» бесплатных информационных услуг на неограниченные, по сути дела, сбор и обработку данных, безвозмездно предоставляемых пользователями. Если в возмездных отношениях явные или неявные соглашения и законы регулируют права и обязанности обеих сторон, то в новом типе накопления регулируются только обязательства провайдера услуг (например, Google или Facebook) в части объема и качества услуг, но не в части объема собираемых данных. Законодательство в лучшем случае регулирует передачу данных пользователей третьим лицам, но не использование данных самой компанией. В результате, как показывает Ш. Зубофф, провайдеры неограниченно расширяют объем собираемых и обрабатываемых данных, пока не упрутся в сопротивление пользователей и/или гражданских активистов. Именно такую логику накопления автор называет *Surveillance Capitalism*, что можно перевести как «капитализм надзора». На наш взгляд, изменение логики накопления капитала — достаточно масштабное изменение, чтобы говорить о качественном отличии цифровой экономики.

Как следствие, определение цифровой экономики должно решать следующие задачи:

1. Демонстрировать специфику цифровой экономики.
2. Определять эту специфику в терминах экономической науки.

Решение этой задачи мы начнем с определения, данного в [Стратегия-2030]: «Цифровая экономика — хозяйственная деятельность, в которой ключевым фактором производства являются данные в цифровом виде, обработка больших объемов и использование результатов анализа которых по сравнению с традиционными формами хозяйствования позволяют существенно повысить эффективность различных видов производства, технологий, оборудования, хранения, продажи, доставки товаров и услуг». В качестве ключевого признака цифровой экономики в нем выделены данные в цифровом виде. Что касается существенного повышения эффективности, исследования так называемого «парадокса производительности ИКТ» неоднократно демонстрировали исключительно высокий разброс результатов использования ИКТ на уровне отдельных фирм (см., например, [Brynjolfsson, Hitt, 2003]). На сегодняшний день нет никаких оснований ожидать смены этой тенденции, так что повышение эффективности едва ли следует включать в определение цифровой экономики.

На наш взгляд, строгое определение должно учитывать еще один фактор. Данные сегодня предоставляются в заранее заданном формате (как физическом, так и логическом), хорошо документированы, т.е. содержат описание массивов данных, атрибутов данных и взаимосвязей

между данными и передаются по тем или иным соглашениям, часто возмездным<sup>1</sup>. Такие данные или информацию мы будем называть информационным продуктом.

Наряду с этим материальные продукты тоже все в большей степени оказываются связанными с информационными продуктами и зависимыми от последних. Здесь, во-первых, речь идет о программном обеспечении, которое составляет значительную и растущую долю в компьютерах, мобильных устройствах, автомобилях, самолетах и других летательных аппаратах, станках, бытовой технике, аналитических приборах и др. Во-вторых, о так называемых цифровых двойниках — системах моделей, организующих массивы цифровых данных и информации, описывающих изделие или процесс, таких как чертежи изделия, технологическая информация, инструкции по эксплуатации и др. Также цифровой двойник может содержать информацию о текущем состоянии объекта в эксплуатации, например, о состоянии систем самолета в полете. Такие цифровые двойники сегодня появляются не только для вышеописанных технически сложных товаров, но и для одежды, обуви, продуктов питания, различных видов услуг (например, услуг такси) и др. В-третьих, растет доля продуктов, производимых на производственных линиях с элементами искусственного интеллекта (далее — ИИ), больших данных и других современных технологий. Можно выделить и другие направления «цифровизации» материального продукта — CRM-системы, обеспечивающие взаимодействие с клиентами, интеллектуальные программные агенты, обеспечивающие выполнение бизнес-процессов внутри фирмы и взаимодействие с ее клиентами, и др. В результате есть смысл разделить информационные продукты на две большие группы: интеллектуальные и материальные.

Интеллектуальный информационный продукт — документированная информация, подготовленная в соответствии с потребностями пользователя и представленная в виде товара, продукта, в котором потребляется непосредственно информация (контент). Примеры интеллектуального информационного продукта — ПО, цифровые двойники, информационные услуги, книги, музыка, видео и др.

Материальный информационный продукт — физический (материальный) продукт, в основе которого лежит интеллектуальный информационный продукт. Примеры материального информационного продукта — мобильные устройства, самолеты, автомобили, продукты, персонифицированные благодаря технологиям «массовой кастомизации» (от одежды и обуви до слуховых аппаратов) и др.

---

<sup>1</sup> Кроме данных, приобретаемых у третьих лиц, речь также идет о так называемых SLA (*англ.* Service Level Agreement, Соглашение об уровне обслуживания), заключаемых между ИТ-службой предприятия и другими подразделениями того же самого предприятия.

Аналогично можно выделить интеллектуальные и материальные информационные услуги, где интеллектуальная информационная услуга удовлетворяет информационные потребности пользователя за счет предоставления доступа к информационным продуктам, а материальная информационная услуга удовлетворяет его материальные потребности на основе использования тех или иных интеллектуальных информационных продуктов.

Теперь перейдем к определению цифровой экономики. Цифровая экономика представляет собой совокупность общественных отношений в хозяйственной деятельности по производству информационных продуктов в цифровой форме. Именно цифровая форма информационного продукта обеспечивает максимальное удобство использования, распространения, преобразования и т.п. операций с информационным продуктом. Как следствие, цифровая форма информационного продукта обеспечивает качественный скачок в применении последних, в частности, появление материальных информационных продуктов.

Цифровая форма определяет и изменение механизма логики накопления капитала, отмеченное в [Zuboff, 2015]. В основе новой логики лежат данные в цифровой форме и интернет как универсальная интерактивная среда обработки и распространения цифровых данных. Источником дохода становится не просто отчуждение данных от пользователей, а их обработка и превращение в информационный продукт или информационную услугу, представляющую ценность либо для самого провайдера, либо для третьих лиц.

## **Признаки цифровой экономики**

Какие же свойства отличают цифровую экономику от предшествующих моделей хозяйствования и требуют учета в экономическом анализе? Эти свойства включают в себя:

- появление информационных систем, не просто обрабатывающих данные, но и превращающие данные в информацию;
- распространение новой технологии общего назначения — искусственного интеллекта и комплементарных ему технологий;
- потенциально широчайшая сфера внедрения нового поколения технологий;
- резкое повышение неопределенности функционирования как отдельных фирм, так и государств, по крайней мере в области экономической политики;
- повышение сложности технической инфраструктуры, из которого вытекают редкие, но масштабные по последствиям события — «черные лебеди» [Талеб, 2013].

Рассмотрим каждое из этих свойств.

## *Информационные технологии и создание новой информации*

Семиотический анализ информации предполагает наличие у нее трех статусов: данные, собственно информация и знания. Одно и то же сообщение может рассматриваться с этих трех позиций. Переход из одного статуса в другой определяется постановкой задачи. Данные — это факты реальной жизни. Информация — это обработанные данные, представленные в виде, пригодном для принятия получателем решений или для дальнейшего анализа. Знания — это обработанная информация, используемая для принятия решений и решения задач, а также создания новой информации [Лугачев и др., 2005].

С точки зрения семиотического подхода информацию в широком смысле (совокупно данные, информацию и знания) следует рассматривать в трех аспектах:

- синтаксический аспект отражает физические характеристики информации: способ представления, скорость передачи, тип носителя, способ кодирования и др.;
- семантический аспект отражает смысл информации: содержание сведений и взаимосвязи между ними;
- прагматический аспект отражает ценность информации для пользователя [Лугачев и др., 2005].

Длительное время ИКТ обеспечивали исключительно обработку данных в синтаксическом аспекте: хранение, передачу, преобразование данных из одной формы в другую. Извлечение информации из данных и использование этой информации для принятия решений были исключительной прерогативой человека, специалиста, использующего данные, полученные при помощи ИКТ. Положение меняется лишь в последние годы: технологии и решения на основе ИИ позволили извлекать информацию из данных. В качестве примеров можно привести многочисленные голосовые помощники, автоматический перевод с одного языка на другой, качество которого постоянно повышается, анализ медицинских изображений, распознавание лиц и т.д. Так, в последнем случае сохранение и воспроизведение видео камерой видеонаблюдения — это обработка данных, а выявление на видео интересующих правоохранительные органы лиц — преобразование данных в информацию. Сходным образом, получение, хранение и передача томограммы человеческого органа — это обработка данных, а выявление на этом изображении признаков заболевания — преобразование данных в информацию.

Отдельное направление использования этого свойства современных технологий — автономные устройства. Такое устройство не только передает данные людям и другим устройствам, но и само в достаточно широких пределах адаптирует свои действия к окружающей обстановке и ее изменениям. Речь идет о беспилотных автомобилях, летательных аппара-

ратах (дронах), сельскохозяйственных машинах, автономных (называемых также «интеллектуальными» или «смарт»<sup>1</sup>) промышленных роботах и иных устройствах, оснащенных теми или иными исполнительными механизмами. Например, в беспилотном автомобиле его «электронный мозг» в каком-то смысле «принимает решение» о направлении и скорости движения на основании поступающих данных о дорожной обстановке.

Важность таких программ и устройств в том, что они расширяют сферу автоматизации не только количественно, но и качественно, распространяя ее на сферы деятельности, которые еще недавно считались зарезервированными исключительно за работниками. Влияние этого явления на экономику в целом и на рынок труда в частности мы обсудим ниже.

### *Искусственный интеллект как технология общего назначения*

На рубеже 80-х — 90-х гг. прошлого века Т. Бреснаан, М. Трайтенберг [Bresnahan, Trajtenberg, 1989] и П. Дэвид [David, 1990] предложили концепцию технологии общего назначения, порождающую целый класс новых прикладных технологий. Согласно [David, Wright, 2006, p. 144], технология общего назначения отличается следующими признаками:

- значительное пространство для улучшения и развития;
- большое разнообразие продуктов и процессов, в которых технология может быть использована;
- высокая степень комплементарности с существующими и вновь создаваемыми технологиями;
- изменение технико-экономического режима, под которым понимается комплекс взаимосвязанных между собой технологических решений, организационных практик и требований к человеческому капиталу<sup>2</sup>.

На наш взгляд, возникающей технологией общего назначения в настоящее время выступает искусственный интеллект. С точки зрения семиотики мы рассматриваем ИИ как технологии, обеспечивающие обработку не только данных, но и информации, включая в том числе и семантический аспект (см. предыдущий параграф). С точки зрения возможностей нового поколения систем и устройств к ИИ можно отнести ПО, реализующее поведение, не заложенное в него в явном виде разработчиком. Далее рассмотрим признаки технологии общего назначения у ИИ.

Говоря о пространстве для улучшения и развития, следует отметить, что большинство современных технологий ИИ по кривой компании «Гартнер» находятся на стадиях от технологического триггера до пика раздутых

---

<sup>1</sup> От английского слова smart — толковый, умный, находчивый.

<sup>2</sup> То есть критерии, ведущие к увеличению или снижению человеческого капитала работника.

ожиданий (рис. 1), при этом время до достижения зрелости по оценкам «Гартнер», составляет не менее пяти лет.

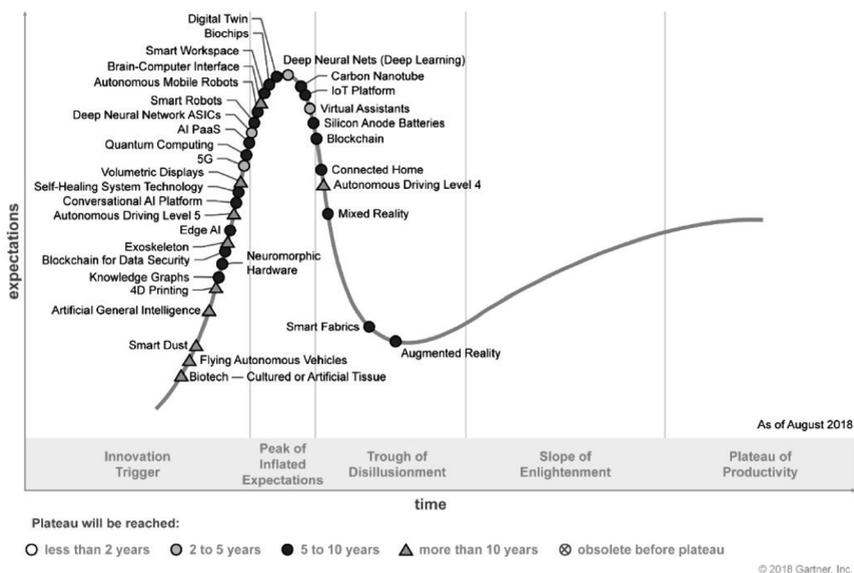


Рис. 1. Gartner Hype Cycle для технологий ИИ

Источник: [Woodie, 2018].

Это означает, что создание информации о производстве, продаже и использовании решений на основе этих технологий находится еще на ранних стадиях, так что требования к решениям и сами решения заведомо будут меняться. Также существует множество свидетельств о потенциальных возможностях развития ИИ, в частности [Janakiram, 2018]:

- разработка специализированных микросхем, реализующих алгоритмы ИИ;
- оптимизация алгоритмов и ПО ИИ для поддержки интернета вещей в режиме граничных вычислений<sup>1</sup>;
- появление стандартов, обеспечивающих прозрачное взаимодействие между нейронными сетями разных разработчиков, эту работу в настоящее время ведут Microsoft, Intel, Amazon и Facebook;
- автоматизация самого процесса машинного обучения.

Оценивая разнообразие продуктов и процессов, следует вспомнить, что ИИ сегодня применяется в обрабатывающей промышленности, сельском хозяйстве, финансах, медицине, образовании, на транспорте, в об-

<sup>1</sup> Англ. Edge computing.

ласти коммунального хозяйства и т.д., т.е. практически во всех отраслях экономики. Тем самым этот критерий также выполняется.

Анализ комплементарности ИИ с другими технологиями приведен в табл. 1. Как видно из таблицы, все технологии тесно переплетены между собой, что повышает ценность их совместного использования (см., например: [Shaw, Frulinger, 2019; Vorhies, 2018]).

Таблица 1

**Некоторые комплементарные связи ИИ с другими технологиями**

Технология / Технология	ИИ	Интернет вещей (ИВ)	Большие данные (БД)
Интернет вещей	ИИ — обработка данных, ИВ — сбор данных, исполнение команд ИИ		БД — алгоритмы обработки, ИВ — источник БД
Большие данные	ИИ — один из основных инструментов обработки БД, БД — «сырье» для обучения ИИ	БД — алгоритмы обработки, ИВ — источник БД	
Цифровой двойник	ИИ — прогноз поведения объекта, ЦД — структуры данных и семантика для ИИ	ИВ — работа ЦД в реальном времени, ЦД — организация данных ИВ	БД — Насыщение экземпляра цифрового двойника данными реального времени, ЦД — семантические рамки анализа данных

Почему же именно ИИ рассматривается как центр этой системы комплементарных технологий? На наш взгляд, именно он придает ей новое качество, отмеченное в параграфе 1, — способность к преобразованию данных в информацию. Впрочем, выше было отмечено, что технологии находятся еще на ранних стадиях Gartner Hype Curve, поэтому ситуация может измениться, например, при появлении принципиально новых технологий.

Наконец, изменение технико-экономического режима будет рассмотрено в ближайших двух параграфах. Пока же отметим, что у ИИ можно наблюдать все прочие признаки технологии общего назначения.

*Потенциал применения новых технологий*

Главное отличие цифровизации экономики от предшествующей информационной революции — влияние не только на офисную деятельность, но и на процессы в материальном производстве, включая добывающую и обрабатывающую промышленность, сельское хозяйство, транспорт, финансовые и другие услуги, энергетику, коммунальное хозяйство и т.д. По сути дела, отмеченный в работе кластер комплементарных технологий

может быть использован в любой отрасли экономики. Это — существенное отличие цифровых технологий от предшествующих, которые, например, слабо затрагивали сферу услуг. Такой беспрецедентный размах применения новых технологий может очень серьезно повлиять на занятость и другие процессы в масштабе экономики в целом, снижая устойчивость целых секторов хозяйства или национальных экономик.

Важная часть потенциала цифровых технологий — снижение транзакционных издержек в повседневных операциях, таких как покупка товаров и услуг, финансовые операции, поиск работы и др. (см, например: [Козырев, 2018]). Это порождает целый ряд процессов в экономике:

- сокращение числа посредников между производителем и потребителем, упрощение каналов реализации;
- дальнейшее расширение аутсорсинга производственных мощностей, ИТ, широкого круга бизнес-процессов, таких как бухгалтерский учет, финансы, логистика и др.;
- изменение подхода к найму рабочей силы в сторону так называемой «уберизации», т.е. привлечения работников по запросу [Davis, 2015];
- как следствие всего перечисленного — размывание структуры фирмы, в которой в терминах О. Уильямсона иерархия замещается гибридными формами, совмещающими свойства иерархий и рынков [Picot et al., 2008].

Как мы увидим в следующих параграфах, эта тенденция не является всеобщей — цифровизация также порождает свои специфические транзакционные и смежные издержки.

### *Повышение неопределенности в экономике*

Поясним тезис о снижении устойчивости. Появление новой технологии общего назначения приводит как к появлению новых успешных фирм, так и к исчезновению (или слиянию и поглощению) целого ряда устоявшихся компаний.

Начнем с «вершины» корпоративного мира — пятерки лидеров по капитализации. Как мы видим на рис. 1, в 2001 г. среди пяти крупнейших по капитализации компаний мира была всего одна ИТ-компания — Microsoft, тогда как в настоящее время все пять из пяти крупнейших компаний — ИТ-компании (Apple, Alphabet, Microsoft, Amazon, Facebook).

Анализ списка Fortune 500 за период 2013–2017 гг. [Antony et al., 2018] выявляет столь же масштабные перемены:

1. Продолжительность пребывания компании в списке Fortune 500 сократилась с 33 лет в 1964 г. до 24 лет в 2016 г., а к 2027 г. ожидается его дальнейшее сокращение до 12 лет.
2. Только за 2013–2017 гг. список обновился на 18 компаний.

## THE LARGEST COMPANIES BY MARKET CAP

The oil barons have been replaced by the whiz kids of Silicon Valley

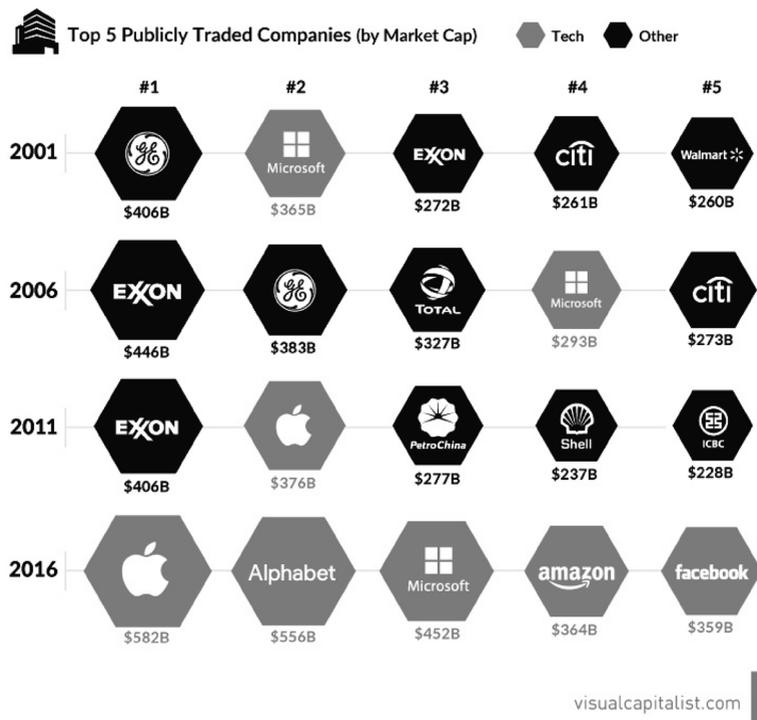


Рис. 2. Крупнейшие компании мира по капитализации

Источник: сайт visualcapitalist.com

3. Большинство руководителей компаний заявляют о необходимости перемен (80%) и при этом считают, что конкуренты останутся теми же (55%).
4. Один из самых волатильных секторов — розничная торговля, где электронная коммерция быстро вытесняет традиционную.

Еще одно проявление волатильности современного рынка — быстрый рост числа стартапов, достигающих за семь лет капитализации в 10 млрд долл. и выше, эти компании получили название «единорогов». Если в 2011 г. таких компаний было 14 [Prieto, 2018], то по состоянию на сентябрь 2019 г. — 390 [CBInsights, 2019]. При этом в последние годы наблюдается опережающий рост притока венчурных инвестиций в Китай и числа «единорогов» в этой стране [Prieto, 2018].

Таким образом, необходимость перемен в бизнесе, отмеченная руководителями крупнейших компаний, подтверждается быстрым изменением состава списка ведущих компаний, в том числе и за счет вновь возникших стартапов.

Наряду с организационным капиталом переоценивается и человеческий капитал. В наше время регулярно публикуются списки профессий, в наибольшей и в наименьшей степени подверженных риску автоматизации, например [Bernazzani]. В списках первой группы лидируют водители, бухгалтерские клерки, корректоры, курьеры и др.

Таким образом, нематериальные виды капитала, прежде всего организационный и человеческий, подвержены в настоящее время переоценке, связанной с адаптацией экономики к новому кластеру технологий.

### *Рост сложности информационной инфраструктуры*

В заключение следует остановиться на росте сложности информационной инфраструктуры. Хотя этот фактор на первый взгляд трудно отнести к новым, уже на рубеже веков в этой области был перейден важный качественный порог, что привело к появлению редких и масштабных событий, которые крайне сложно предсказать [Hanseth, Ciborra, 2007]. В терминах Н. Талеба мы будем именовать такие события «черными лебедями».

В настоящей работе мы отметим факторы, которые ведут к повышению риска таких событий в ходе цифровой революции. Первый — рост масштаба информационной инфраструктуры как таковой (число узлов, число устройств, число связей, объемы данных и т.д.). Второй — переход в новом поколении сетей 5G от аппаратной иерархии к гибкому программно-заданному управлению сетевой инфраструктурой. Хотя на сегодня это, по видимому, единственная возможность обеспечить требуемую гибкость при росте масштаба, речь идет о появлении нового потенциального источника технических сбоев с возможными разрушительными последствиями. Третий — к сети подключается огромный массив устройств (так называемых умных устройств), которые ранее никогда не работали в компьютерных сетях и могут содержать ошибки и уязвимости. Четвертый — усложняется поведение программного кода. Программы, использующие ИИ, демонстрируют гораздо большую автономность и сложность поведения, что в конечном счете также увеличивает сложность и хрупкость системы.

Наконец, на техническую сложность накладывается и человеческий фактор. С одной стороны, в руках обычного неквалифицированного пользователя оказываются огромные вычислительные мощности, управляемые интеллектуальным ПО с весьма сложным поведением. Да, это ПО специально рассчитано на скромные возможности такого пользователя, но лишь при условии его корректной работы. Остается открытым вопрос, в какой мере рядовой пользователь сможет хотя бы диагностировать тех-

нический сбой в сети своих «умных устройств», не говоря о его исправлении. С другой стороны, никуда не девается компьютерная преступность. На сегодня производители «умных устройств» лишь начинают осознавать проблемы их защиты. Следствием этого становятся слабые и легко подбираемые пароли, небезопасные сетевые интерфейсы, проблемы безопасности при обновлении ПО и др.

Таким образом, на риски, связанные с адаптацией организационного и человеческого капитала, накладываются беспрецедентные технические риски.

## **Направления исследования цифровой экономики**

Исходя из описанных в предыдущем разделе признаков цифровой экономики, попробуем представить себе основные направления экономических исследований в этой области.

Прежде всего, крайне важно представить себе задачу выбора потребителя и последствия его выбора. В период освоения новой техники потребитель сталкивается с серьезной неполнотой информации. С одной стороны, при корректной работе новой техники пользователь получает повышение качества жизни за счет автоматизации управления бытовыми устройствами, уборки, энергосбережения, пополнения запасов и др. В более серьезных случаях «умные устройства» могут взять на себя как минимум часть задач заботы о больных или престарелых гражданах, повышая безопасность последних. С другой стороны, если происходит технический сбой или контроль над какими-либо устройствами или всей сетью захватывает злоумышленник, потери могут значительно превзойти выгоды. Как и по каким критериям будут приниматься потребительские решения, в какой степени их можно будет назвать информированными — большой и нерешенный вопрос.

В чем-то сходные проблемы возникают на уровне фирмы. Да, в отличие от рядового пользователя фирма располагает штатом квалифицированных специалистов, призванных решать описанные выше проблемы. Но, во-первых, речь идет о новой квалификации, которая сегодня практически отсутствует и качество преподавания которой неочевидно — именно по причине недостатка практического опыта у самих преподавателей. Во-вторых, эти же факторы ставят под сомнение любые априорные оценки квалификации специалистов. В-третьих, в обеспечении безопасности ключевым фактором по-прежнему остается информированное и ответственное поведение рядовых пользователей. В-четвертых, риски, связанные с ошибками пользователей и ИТ-специалистов и тем более с действиями злоумышленников, для фирмы несопоставимо выше, чем для отдельного домохозяйства, не говоря об опасных производствах в химической промышленности, энергетике, биотехнологии и др. Наконец, для предпри-

ятия важным фактором выбора является конкурентное давление. Если потребитель во многих случаях может просто отказаться от «слишком умных» потребительских товаров и не подвергать себя излишним рискам, то для фирмы такое решение может привести к проигрышу в конкурентной борьбе. Эта ситуация сильно меняет структуру рисков и задачу выбора фирмы.

Особое значение приобретает проблема отслеживания комплементарных связей между технологиями, элементами организационного капитала и свойствами человеческого капитала. Адаптация организационного капитала означает изменение бизнес-процессов, бизнес-модели, организации фирмы, ее взаимоотношений с поставщиками и др. При этом любые изменения организационного капитала влекут за собой перераспределение власти в фирме, и возникающие политические игры сами по себе могут стать фактором риска как для самой фирмы, так и для ее работников. Проблемы адаптации человеческого капитала могут повлиять на безработицу, в том числе структурную и застойную. В этой весьма сложной ситуации возникает и проблема выбора между доходностью и устойчивостью фирмы и мотивации менеджмента в соответствии с принятым решением.

Отдельные проблемы возникают на уровне государственного регулирования экономики. Прежде всего рассмотрим проблемы промышленной политики. Основная особенность выработки промышленной политики состоит в принципиальной и неустранимой неизвестности целевого будущего. Вместе с тем принципиальная задача промышленной политики как изменения места страны в международном разделении труда остается актуальной. Более того, эта актуальность может даже возрасти за счет дополнительных возможностей, предоставляемых технологической революцией, с одной стороны, и дополнительных рисков — с другой.

Важным частным случаем становится выбор надлежащего компромисса между экономической безопасностью и использованием преимуществ международного разделения труда. Современная платформенная экономика предоставляет экстремальную экономию на масштабе, и нет никаких причин ожидать ослабления этой тенденции в будущем. В этих условиях страна, сумевшая обеспечить себе участие в возможно более крупном рынке, не компрометируя свою экономическую безопасность, может получить колоссальный выигрыш в результативности и экономичности своих производств. Поиск форм такого компромисса и методов его достижения представляется чрезвычайно важной экономической задачей.

Возможно, центральной проблемой политики государства по отношению к новой экономике становится организация подготовки и переподготовки кадров. Выше уже обсуждалась проблема исчезновения или резкого сокращения целого ряда старых профессий и возникновения новых. Это означает высокие риски структурной безработицы и ограничения новой экономики в силу дефицита кадров надлежащей квалификации.

Вместе с тем возникает вопрос о рациональном использовании новых технологий так называемого комбинированного обучения, сочетающего традиционные методы обучения с технологиями обучения онлайн, дополненной реальности и др. Потенциал этих технологий высок, но его реализация, так же как и на микроуровне, связана с адаптацией организационного и человеческого капитала и прежде всего с созданием стимулов для перехода на новые технологии обучения.

Наконец, последняя по счету, но не по важности проблема — создание стимулов к использованию новейших технологий для крупнейших гос. компаний. Сегодня положение таких компаний, как «Газпром», «Роснефть», РЖД и ряд других, монопольное или близкое к монопольному. Между тем именно спрос этих компаний (или его отсутствие) определит реальные результаты стратегии развития информационного общества и программы развития цифровой экономики. Как мы знаем из опыта социалистической экономики, административные стимулы имеют значение, но это значение принципиально ограничено. Поэтому создание системы институтов (включая, разумеется, и экономическую политику государства) также представляется одной из приоритетных задач.

## **Заключение**

Таким образом, переход к цифровой экономике означает качественные изменения, подобные тем, что происходили в эпоху первой или второй промышленной революции. Масштаб этих изменений может быть даже большим, поскольку они охватывают все сектора экономики, включая добывающую промышленность, обрабатывающую промышленность и сферу услуг.

Эти изменения будут проходить по трем основным направлениям: во-первых, освоение кластера взаимосвязанных технологий, включающего ИИ, большие данные, интернет вещей, цифровых двойников, облачные вычисления и др. Во-вторых, адаптация экономики и общества в целом к этому кластеру технологий. В-третьих, адаптация экономик и общества к неизбежному повышению сложности информационной инфраструктуры. В совокупности эти процессы, по-видимому, приведут к резкому повышению турбулентности как в мировой, так и в российской экономике.

От экономической науки эта ситуация требует решения старых проблем в новых условиях и применительно к новым объектам. Прежде всего, это задача потребительского выбора для домохозяйств и задача выбора технологий производства для фирм. Эта задача будет решаться в условиях повышенной неопределенности, связанной как с общей турбулентностью экономических процессов, так и с неполнотой информации о новых технологиях, их возможностях и рисках. В свою очередь, для экономических властей существенно видоизменяется задача промышленной политики,

проводимой в отсутствие целевого образа будущего. В этих условиях возникает проблема повышения «антихрупкости» хозяйства [Талеб, 2014] за счет повышения роли предпринимательской экономики, развития системы образования и повышения квалификации кадров и создания системы стимулов к развитию для крупных государственных компаний.

Следует также отметить, что такой комплекс задач в общих чертах напоминает задачи экономической науки в период интернет-революции и перехода к экономике платформ. Успешное разрешение ее на том этапе внушает умеренный оптимизм.

### Список литературы

1. *Козырев А.* Цифровая экономика и цифровизация в исторической перспективе // Цифровая экономика. — 2018. — № 1.
2. *Лугачев М., Анно Е., Козаловский М., Липунов Ю., Скрипкин К., Смирнов С., Смирнова Е.* Экономическая информатика: введение в экономический анализ информационных систем. — М.: Инфра-М, 2005.
3. *Талеб Н.* Черный лебедь: под знаком непредсказуемости. — М.: Азбука-Аттикус, 2013.
4. *Талеб Н.* Антихрупкость. — М.: Колибри, 2014.
5. Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 № 203 «О стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы». URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201705100002?index=0&rangeSize=1> (дата обращения: 15.05.2019).
6. *Фостер Р.* Обновление производства: атакующие выигрывают. — М.: Прогресс, 1986.
7. *Anthony S., Vigerie P., Schwartz E., Van Landeghem J.* Corporate Longevity Forecast: Creative Destruction is Accelerating // Innosight, 2018. URL: <https://www.innosight.com/insight/creative-destruction/> (дата обращения: сентябрь 2019).
8. *Bernazzani S.* 10 Jobs Artificial Intelligence Will Replace (and 10 That Are Safe) // hubspot, доступна по адресу <https://blog.hubspot.com/marketing/jobs-artificial-intelligence-will-replace> (дата обращения: август 2019).
9. *Bloom N., Brynjolfsson E., Foster L., Jarmin R., Patnaik M., Saporta-Eksten I., Van Reenen J.* What Drives Differences in Management? // NBER Working Paper 23300, NBER, 2017.
10. *Bresnahan T., Brynjolfsson E., Hitt L.* Information Technology, Workplace Organization, and the Demand for Skilled Labor: Firm-Level Evidence // The Quarterly Journal of Economics. — Feb., 2002. — Vol. 117. — No. 1. — P. 339–376.
11. *Bresnahan T., Trajtenberg M.* General Purpose Technologies and Aggregate Growth. — Working Paper, Department of Economics, Stanford University, January 1989.
12. *Brynjolfsson E., Hitt L.* Computing Productivity: Firm-Level Evidence // The Review of Economics and Statistics. — Nov., 2003. — Vol. 85. — No. 4. — P. 793–808.
13. *Brynjolfsson E., Saunders A.* Wired for Innovation: How Information Technology is Reshaping the Economy. — Cambridge, London, MIT Press, 2010.

14. CBInsights, \$1B+ Market Map: The World's 390+ Unicorn Companies In One Infographic // CBInsights, August 28, 2019. URL: <https://www.cbinsights.com/research/unicorn-startup-market-map/> (дата обращения: сентябрь 2019).
15. *David P.* The Dynamo and the Computer: An Historical Perspective on the Modern Productivity Paradox // *The American Economic Review*. — 1990. — Vol. 80. — No. 2, Papers and Proceedings of the Hundred and Second Annual Meeting of the American Economic Association. — P. 355–361.
16. *David P., Wright G.* General Purpose Technology and Surges in Productivity: Historical Reflections on the Future of the ICT Revolution // *David P., Thomas M.* The Economic Future in Historical Perspective. — Vol. 13. — OUP/British Academy, 2006.
17. *Davis G.* What Might Replace the Modern Corporation? Uberization and the Web Page Enterprise // *Seattle University Law Review*. — Vol. 39. — P. 501–515.
18. *Hanseth O., Ciborra C.* (eds.) Risk, Complexity and ICT. — Cheltenham, Edward Elgar, 2007.
19. Janakiram MSV, 5 Artificial Intelligence Trends To Watch Out For In 2019 // *Forbes*, Dec. 9, 2018. URL: <https://www.forbes.com/sites/janakirammsv/2018/12/09/5-artificial-intelligence-trends-to-watch-out-for-in-2019/#4d882ae65618> (дата обращения: август 2019).
20. *Milgrom P., Roberts, J.* The Economics of Modern Manufacturing: Technology, Strategy, and Organization // *The American Economic Review*. — Jun., 1990. — Vol. 80. — No. 3. — P. 511–528.
21. *Picot A., Reichwald R., Wigand R.* Information, Organization and Management // Springer, 2008.
22. *Prieto M.*, The Surprising Evolution of The Unicorn // *Medium.com*. November 2018. URL: <https://medium.com/traveltechmedia/the-surprising-evolution-of-unicorns-c082501cb349>
23. *Shaw K., Fruhlinger J.* What is a digital twin? [And how it's changing IoT, AI and more // *Network World* Jan 31, 2019. URL: <https://www.networkworld.com/article/3280225/what-is-digital-twin-technology-and-why-it-matters.html> (дата обращения: июль 2019).
24. Visual Capitalist, How the World's Biggest Companies Have Changed in Just 10 Years. URL: <https://www.visualcapitalist.com/how-the-worlds-biggest-companies-have-changed-in-just-10-years/> (дата обращения: август 2019).
25. *Vorhies W.* Digital Twins, Machine Learning & AI // *Data Science Central*, January 2, 2018. URL: <https://www.datasciencecentral.com/profiles/blogs/digital-twins-machine-learning-ai> (дата обращения: август 2019).
26. *Woodie A.* Gartner Sees AI Democratized in Latest “Hype Cycle” // *Datanami*, August 27, 2018. URL: <https://www.datanami.com/2018/08/27/gartner-sees-ai-democratized-in-latest-hype-cycle/> (дата обращения: сентябрь 2019).
27. *Zuboff S.* Big Other: Surveillance Capitalism and the Prospects of an Information Civilization // *Journal of Information Technology*. — 2015. — 30. — P. 75–89.

### **The List of References in Cyrillic Transliterated into Latin Alphabet**

1. *Kozyrev A.* Cifrovaja jekonomika i cifrovizacija v istoricheskoj perspektive // *Cifrovaja jekonomika*. — 2018. — № 1.

2. *Lugachev M., Anno E., Kogalovskij M., Lipuncov Ju., Skripkin K., Smirnov S., Smirnova E.* Jekonomicheskaja informatika: vvedenie v jekonomicheskij analiz informacionnyh sistem. — M.: Infra-M, 2005.
3. *Taleb N.* Chjornyj lebed': pod znakom nepredskazuemosti. — M.: Azbuka-Attikus, 2013.
4. *Taleb N.* Antihrupkost'. — M.: Kolibri, 2014.
5. Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii ot 09.05.2017 № 203 «O strategii razvitija informacionnogo obshhestva v Rossijskoj Federacii na 2017-2030 gody». URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201705100002?index=0&rangeSize=1> (data obrashcheniya: 15.05.2019).
6. *Foster R.* Obnovlenie proizvodstva: atakujushhie vyigryvajut. — M.: Progress, 1986.